



JURNAL PENELITIAN PENDIDIKAN IPA

<http://jppipa.unram.ac.id/index.php/jppipa>

e-ISSN : 2407-795X
p-ISSN : 2460-2582

Vol 2, No, 2
Juli 2016

ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb PADA SEDIMEN dan KERANG DARAH (Genus: *Anadara*) di PERAIRAN PANTAI LABUHAN TERENG KABUPATEN LOMBOK BARAT

Meyla Fitri handayani¹, Muhlis, Erin Ryantin Gunawan³
Magister Pendidikan IPA Program Pasca Sarjana Universitas Mataram¹²³

Email: meylafitrihandayani@gmail.com

Key Words	Abstract
Blood cockle, sediment, acumulation, lead	<i>The aims of this research are to analyze the content of Lead in blood cockle (Genus: Anadara) at West Lombok Labuhan Tereng coastal waters. The content of lead in sediment and clams was analysis at Mataram University Analytical Laboratory by using wet digestion method and measured using atomic absorption spectrophotometer (AAS) in 283.3 nm wavelength. The results then compared with the sediments and clams standards applicable. Results of Pb in the sediment measurements show that the highest lead levels is 30.66 mg/kg found in around Dusun Cemara coast. The results obtained are still at the level targets under Dutch Quality Standards for Metals in sediments (IADC / CEDA), 1997. The highest Pb levels in blood clams is 13,075 mg/kg contained by a medium-sized (3.08 cm) of species A. antiquata around Kebon Talo estuary. These results are indicate that the levels of Pb in blood cockle is already distant exceeded the threshold of consumption under Indonesian National Standar, 2009 which is equals to 1.5 mg/kg, so the clams blood in coastal waters Labuhan Tereng should not be consumed greatly overheated because the accumulative character of Pb can be harmful for health.</i>
Kata Kunci	Abstrak
Blood cockle, sediment, acumulation, lead	Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam berat Pb pada kerang darah (Genus: <i>Anadara</i>) di perairan pantai Labuhan Tereng Kabupaten Lombok Barat. Analisis kandungan Pb pada sedimen dan kerang darah dilakukan di Laboratorium Analitik Universitas Mataram dengan menggunakan metode destruksi basah dan diukur dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) dengan panjang gelombang 283,3 nm. Hasil yang didapat kemudian dibandingkan dengan baku mutu yang berlaku untuk sedimen dan kerang. Hasil pengukuran kadar Pb pada sedimen menunjukkan bahwa kadar Pb tertinggi terdapat pada pesisir sekitar dusun Cemara yaitu sebesar 30.66 mg/kg. Hasil yang diperoleh masih berada pada level target menurut <i>Dutch Quality Standars for Metals in Sediments</i> (IADC/CEDA), 1997. Kadar Pb tertinggi pada kerang darah terdapat pada spesies <i>A. antiquata</i> berukuran sedang (3.08 cm) dilokasi sekitar muara Kebon Talo yaitu 13.075 mg/kg. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar Pb pada kerang sudah jauh melebihi ambang batas konsumsi menurut Standar Nasional Indonesia, 2009 yaitu sebesar 1.5 gr/kg, sehingga kerang darah di perairan pantai Labuhan Tereng tidak boleh dikonsumsi secara berlebih karena sifat Timbal yang akumulatif dan dapat membahayakan kesehatan.

PENDAHULUAN

Logam berat merupakan elemen kimiawi metalik dan metaloida, memiliki

berat atom dan bobot jenis yang tinggi, yang dapat bersifat racun bagi makhluk hidup (SNI, 2009). Logam berat masuk ke lingkungan laut

kebanyakan terjadi akibat adanya buangan limbah industri yang masuk melalui tiga cara yaitu: pembuangan limbah industri yang tidak dikontrol, lumpur minyak yang juga mengandung logam berat dengan konsentrasi tinggi, serta adanya pembakaran minyak hidrokarbon dan batubara di daratan (Payung dkk, 2013). Salah satu logam berat yang bersifat toksik dan dapat mencemari lingkungan perairan yaitu (Pb).

Bahan pencemar berupa logam berat Pb mencemari perairan yang masuk dari darat biasanya berasal dari limbah industri hasil pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor, tumpukan sampah, dan wisata bahari. Namun, banyak penelitian yang menyatakan bahwa salah satu sumber pencemaran Pb yang paling tinggi bersumber dari aktifitas perkapalan dan kegiatan pelabuhan. Diperkuat oleh penelitian Amin, dkk (2011), Siaka (2008), dan Lubis & Challkuddin (2008) yang menyatakan bahwa sumber pencemar Pb masuk keperairan diperkirakan kebanyakan berasal dari aktivitas kapal-kapal nelayan, kapal-kapal penyebrangan dan bahan pencemar yang terbawa oleh arus. Hasil penelitian Tampubolon dkk (2013) juga menyatakan bahwa Tingginya konsentrasi logam Pb di danau salah satunya dapat berasal dari kegiatan buangan sisa bahan bakar kapal motor, cat kapal, dan kegiatan wisata. Hasil Penelitian Wahab dan Mutmainnah (2005), juga menyatakan bahwa sumber bahan pencemar Pb dapat berasal dari limbah minyak dari kapal.

Pelabuhan Lembar merupakan salah satu pelabuhan terbesar yang berlokasi di perairan pantai Labuhan Tereng Kabupaten Lombok Barat. Logam berat Pb yang berasal dari segala aktivitas manusia (terutama aktifitas pelabuhan) akan masuk ke dalam perairan turun dan mengendap pada dasar perairan kemudian akan terakumulasi ke dalam sedimen, dan hal ini akan menyebabkan organisme yang mencari makan di dasar perairan seperti udang, rajungan, dan kerang akan memiliki peluang yang besar untuk terpapar logam berat yang telah terikat di dasar perairan dan membentuk sedimen.

Perairan pantai Labuhan Tereng dimanfaatkan oleh para nelayan sekitar untuk mencari kerang ketika air sedang surut. Para nelayan menangkap kerang dengan alat-alat sederhana berupa sabit, serokan, dan menggunakan tangan. Hasil tangkapan yang mereka peroleh kemudian dijual untuk memenuhi kehidupan sehari-hari. Lokasi penangkapan kerang yang tidak terlalu jauh dari pelabuhan memungkinkan kerang terpapar oleh logam berat hasil dari aktifitas perkapalan. Sifat kerang yang sesil dan dengan mobilitas yang rendah membuat kerang akan sulit menghindar dari paparan logam berat Pb pada perairan. Menurut Nurjannah dkk (1999), Logam berat dapat terkonsentrasi melalui rantai makanan dan terakumulasi dalam organisme yang bersifat *benthic* seperti pada jenis *bivalvia*. Kelompok *bivalva* diketahui dapat mengakumulasi jenis-jenis polutan sampai pada jumlah yang

membahayakan bagi konsumen. Hal ini berhubungan erat dengan sifat *filter feeder* yang dimilikinya dan cara hidupnya yang relatif menetap, sehingga kecil kemungkinannya untuk menghindar dari perubahan lingkungan perairan yang membahayakan.

Berdasarkan hasil observasi, terdapat 16 jenis kerang di perairan pantai Labuhan Tereng, salah satunya berasal dari genus *Anadara* (kerang darah). Kerang darah merupakan salah satu sumber daya ekonomis penting, karena merupakan sumber makanan yang berprotein tinggi dan sangat digemari oleh masyarakat. Namun berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan menyatakan bahwa kerang darah dapat mengakumulasi logam berat jauh lebih tinggi dibandingkan kandungan logam berat didalam air. Hasil penelitian Umbara & Heny (2006) yang menyatakan bahwa kerang *Anadara granosa* dapat dijadikan bioindikator karena kemampuan mengakumulasi yang direpresentasikan oleh nilai faktor bioakumulasi konsentrasi maksimal sebesar 835,75 kali dibandingkan konsentrasinya dalam air laut dan kejadian polusi dapat terdeteksi menggunakan bioindikator *Anadara granosa* walaupun hanya berlangsung 1 hari.

Keracunan timbal akut pada manusia menyebabkan disfungsi yang parah pada ginjal, sistem reproduksi, hati, otak dan sistem syaraf pusat yang dapat menimbulkan penyakit maupun kematian. Keracunan timbal

dari pajanan lingkungan dapat menyebabkan keterbelakangan mental pada anak. keracunan timbal ringan dapat menyebabkan anemia yang menyebabkan korban menderita sakit kepala dan sakit otot, dan kadang merasa lelah dan umumnya mudah tersinggung (Manahan, 2000). Karna dampak logam berat Pb yang berbahaya bagi kesehatan manusia yang mengkonsumsinya, maka sangat penting untuk mengetahui tingkat pencemaran logam berat di perairan pantai Labuhan Tereng Kabupaten Lombok Barat.

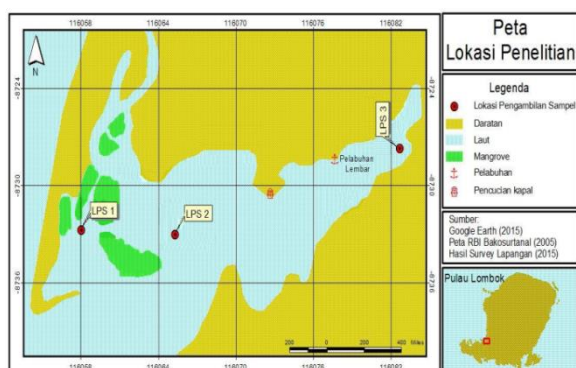
METODE

Penelitian ini dilakukan selama bulan Juli-September 2015 dengan tiga kali pengambilan sampel di Perairan Labuhan Tereng Kabupaten Lombok Barat.

Pengambilan sampel bivalvia

Penelitian ini dilakukan di tiga stasiun pengambilan sampel pada Pesisir Labuhan Tereng (*Gambar 1*) yang meliputi LPS-I ($8^{\circ}44'3.01''\text{S}-116^{\circ} 3'28.73''\text{E}$), LPS-II ($8^{\circ}44'0.24''\text{S}- 116^{\circ} 3'54.98''\text{E}$), dan LPS-III ($8^{\circ}43'51.58''\text{S}- 116^{\circ} 4'50.91''\text{E}$). Masing-masing stasiun pengamatan diukur parameter fisika (Kedalaman air ketika surut, kedalaman air ketika pasang, suhu, dan fraksi sedimen) dan kimianya (pH dan salinitas).

Penentuan stasiun pengamatan pada lokasi penelitian didasarkan pada pendekatan konseptual dengan melakukan survey terhadap kegiatan yang diperkirakan sebagai sumber pencemaran di lingkungan perairan dan lokasi para nelayan mengambil kerang.



Gambar 1. Peta Lokasi penelitian Kelimpahan kerang darah (Genus: *Anadara*) di perairan Pantai Labuhan Tereng Kabupaten Lombok Barat.

Sampel sedimen diambil pada bagian permukaan (0-5 cm) \pm 200 gr dengan menggunakan *sekop* dan dimasukkan ke dalam plastik dan diberi kertas label dengan menggunakan spidol permanen pada sampel, selanjutnya disimpan dalam *coolbox*. Kerang darah diambil ketika air laut surut dengan menggunakan alat tangkap sederhana atau tangan, kemudian dimasukkan ke dalam plastik dan dimasukkan kedalam *coolbox*. Sampel sedimen dan kerang darah dibawa ke laboratorium untuk dianalisis. Analisis logam berat baik pada sedimen, maupun kerang darah (*Anadara*) ukuran besar (>3 cm) dan kecil (<3 cm), dilakukan melalui tiga tahap, yaitu preparasi, destruksi basah dan pengukuran menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometri* (AAS).

Analisis Data

Untuk mengetahui nilai biokonsentrasi logam organisme dengan sedimen maka digunakan indeks faktor konsentrasi (Connel dan Miller, 1995):

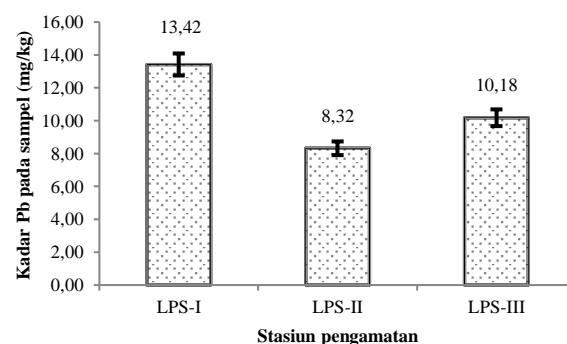
$$\text{Faktor konsentrasi} = \frac{\text{kadar logam berat pada daging}}{\text{kadar logam berat pada sedimen}} \quad (1)$$

PTWI (Provisional Tolerable Weekly Intake) adalah jumlah asupan kontaminan logam berat pada makanan yang dapat ditoleransi untuk seminggu sehingga tidak membahayakan kesehatan. Nilai PTWI untuk Pb yaitu sebesar 0.025 mg/kg (SNI 2009). Penentuan batas aman konsumsi dilakukan dengan mengacu pada nilai PTWI sehingga diperoleh batas aman kerang yang boleh dikonsumsi. Batas aman konsumsi kerang dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{PTWI} = \frac{\text{baku mutu}}{\text{kadar logam dalam daging}} \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis logam berat Pb menggunakan AAS pada sedimen di ketiga stasiun penelitian dapat dilihat pada *gambar 2*. Rata-rata \pm SD kadar Pb pada sedimen tertinggi terdapat pada LPS-I yaitu 13.481 mg/kg \pm 12.18, dan yang terendah terdapat pada LPS-II yaitu 8.32 mg/kg \pm 11.86. LPS-I merupakan daerah yang paling jauh dari pelabuhan namun memiliki kadar Pb lebih tinggi. Amriani dkk (2011),



Gambar 2. Kandungan logam berat Pb pada sedimen di perairan pantai Labuhan Tereng Kabupaten Lombok Barat.

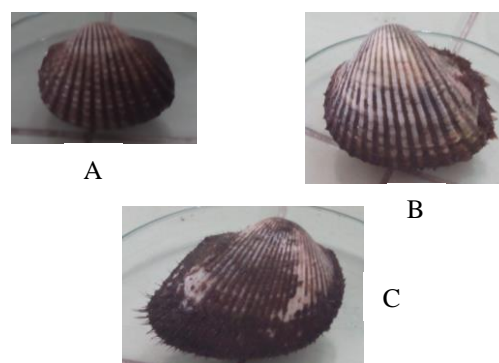
menyatakan bahwa pada air laut logam Pb masih bisa bergerak bebas akibat pengaruh arus, pasang surut dan gelombang sehingga terjadinya pengenceran. Selain itu tingginya logam berat Pb pada sedimen di LPS-I karena lokasi ini merupakan titik pertemuan antara empat aliran yaitu yang berasal dari pelabuhan, perairan pesisir pantai makam keramat, selat Lombok dan muara Dusun Cemara serta lebih dekat dengan pemukiman warga.

Kandungan logam berat pada ketiga stasiun masih dalam kisaran di bawah 85 mg/kg sehingga masih berada pada level target menurut IADC/CEDA, 1997. Jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen memiliki nilai yang lebih kecil dari nilai level target, maka substansi yang ada pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan. Namun logam berat yang mengendap pada sedimen dapat kembali masuk ke badan perairan karna proses kimia-fisika sehingga dapat membahayakan hidup biota laut (*Tabel 1*). Menurut Kadang (2005), logam berat dalam perairan mempunyai waktu paruh 32×10^3 tahun dan sedimen $2,5 \times 10^8$ tahun lebih lama dibandingkan dengan logam berat yang berada di daratan dan di udara. Karena waktu tinggal logam berat pada sedimen sangat lama, maka sedimen yang tercemar dengan logam berat seperti Pb, Cd dan Cu akan berpotensi berperan sebagai sumber pelepasan kembali ke air laut dan pelepasan ini tergantung pada pH air laut.

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter fisika-kimia perairan pada tiap stasiun pengamatan.

No	Parameter	Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3		
		Pengambilan ke-			Pengambilan ke-			Pengambilan ke-		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
1.	Kedalaman perairan ketika surut (cm)	0-33	0-3	0-7	0-48	0-4	0-8	0-12	0-3	0-9
2.	Kedalaman perairan ketika Pasang (cm)	30-126	32-122	36-119	45-153	53-151	53-158	34-78	36-86	34-7
3.	Suhu (°C)	32	31	33	30	32	31	28	30	29
4.	Fraksi sedimen (%)	- Pasir : 80% - Debu : 16.67% - Liat : 3.33%			- Pasir : 73.33% - Debu : 23.34% - Liat : 3.33%			- Pasir : 6.67% - Debu : 20% - Liat : 73.33%		
Kimia										
1.	Ph	8	8	8	8	8	8	8	8	8
2.	Salinitas (ppm)	31.04	32.35	32.05	32.57	34.23	32.98	30.9	29.53	30.04

terdapat tiga jenis kerang di perairan pantai Labuhan Tereng Kabupaten Lombok Barat, diantaranya yaitu *Anadara granosa*, *Anadara antiquata*, dan *Anadara cornea* (*gambar 3*). Kerang darah yang memiliki kandungan Pb tertinggi terdapat pada

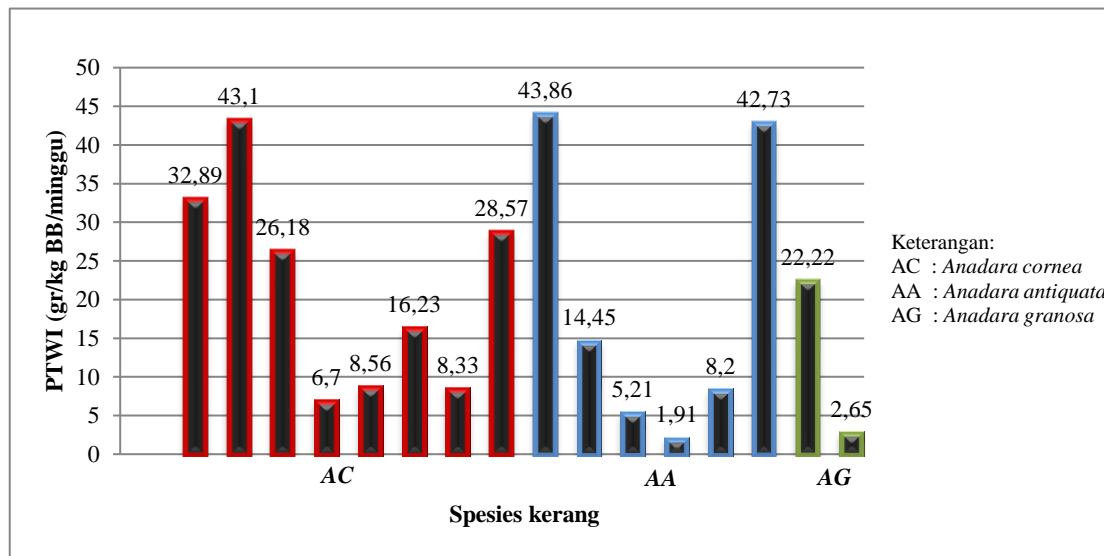


Gambar 3. A: *Anadara granosa*, B: *Anadara cornea*, C: *Anadara antiquata*

spesies *A. antiquata* (13.075 mg/kg) dan *A. granosa* di LPS-III (9.43 mg/kg). Kerang yang memiliki kandungan Pb terendah terdapat pada spesies *A. antiquata* (0.57 mg/kg) di LPS-II (*Gambar 4*). Tingginya kadar Pb pada *A. antiquata* dan *A. granosa* pada LPS-III disebabkan oleh struktur sedimen pada LPS-III yang dominan lumpur (*Tabel 1*). Hasil penelitian Rudyanti (2009), menyatakan walaupun kadar logam berat pada

sedimen memiliki kadar lebih rendah, namun tingkat akumulasi logam berat oleh kerang

darah lebih tinggi. Hal ini berkaitan erat dengan struktur sedimen.



Gambar 4. A: Grafik kandungan Pb pada kerang darah di LPS-I, LPS-II, dan LPS-III

Didukung oleh pernyataan Amriani (2011), bahwa sedimen dengan kandungan lumpur (debu) yang tinggi akan meningkatkan bioakumulasi logam berat. Selain itu tingkat akumulasi dapat disebabkan oleh salinitas pada suatu perairan. Salinitas yang relatif rendah pada LPS-III dapat meningkatkan bioakumulasi logam berat Pb. Hal ini sesuai dengan pernyataan Siregar (2009), tingkat akumulasi logam berat akan semakin besar jika nilai salinitas rendah tetapi akan semakin kecil apabila salinitas lebih besar. Hal ini disebabkan perubahan salinitas dapat mempengaruhi kelangsungan hidup, pertumbuhan dan metabolisme fisiologi dari organisme laut.

Berdasarkan hasil pengamatan pada ketiga spesies kerang darah yang memiliki ukuran >2 cm dan <3.5 cm memiliki tingkat akumulasi logam berat lebih tinggi

dibandingkan kerang darah yang memiliki ukuran >3.5 cm. Hal ini dapat disebabkan oleh kemampuan kerang darah ukuran besar dan kecil dalam mengakumulasi logam berat Pb. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rudiyantri, (2009) bahwa umur kerang darah juga dapat mempengaruhi rendahnya konsentrasi logam berat yang ada di dalam tubuh kerang darah, dimana semakin besar ukuran kerang darah maka kandungan logam berat akan menurun. Kerang Darah yang berukuran kecil (muda) memiliki kemampuan akumulasi yang lebih besar dibandingkan dengan kerang yang berukuran lebih besar (tua). Semakin besar ukuran (tua) kerang maka akan semakin baik kemampuannya dalam mengeliminasi logam berat. Aunurohim (2008), bahwa pada saat proses metabolisme mencapai puncaknya, maka kebutuhan akan logam berat juga semakin

meningkat. Hal inilah yang memungkinkan konsentrasi logam berat pada kerang lebih tinggi pada saat masa produktif (ukuran sedang) dibandingkan pada kerang yang berukuran kecil dan besar.

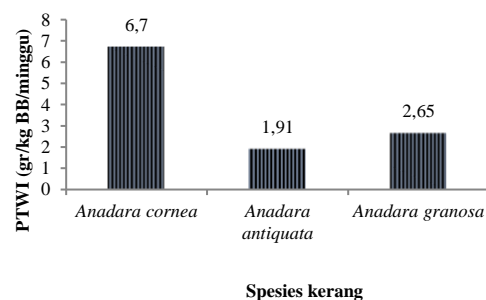
Berdasarkan hasil pengukuran kadar Pb dari 16 kerang darah yang menjadi sampel 56.25% atau sebanyak 9 kerang sudah melampaui nilai ambang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. Menurut Standar Nasional Indonesia/SNI (2009) menyatakan bahwa ambang batas maksimum cemaran logam berat Pb pada kekerangan (bivalve) yaitu sebesar 1.5 mg/kg. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kerang darah yang terdapat pada perairan Pantai labuhan tereng kabupaten Lombok barat sudah kurang baik untuk dikonsumsi secara berlebihan.

Menurut Standar Nasional Indonesia/SNI (2009), jika terkena paparan timbal secara berlebih dapat menyebabkan:

1. Pada bayi dan anak-anak akan menyebabkan kerusakan otak, menghambat pertumbuhan, kerusakan ginjal, gangguan pendengaran, mual, kehilangan nafsu makan, gangguan pada kecerdasan dan tingkah laku.
2. Pada orang dewasa dapat menyebabkan peningkatan tekanan darah dan gangguan pencernaan, kerusakan ginjal, kerusakan syaraf, sulit tidur, sakit otak dan sendi, perubahan mood dan gangguan reproduksi

Berdasarkan Badan Standardisasi Nasional (SNI 7387:2009) tentang batas

maksimum cemaran logam berat dalam pangan dan CODEX STAN 193-1995 tahun 2007 mengenai standar CODEX untuk kontaminan dan toksik pada makanan, bahwa nilai PTWI (*Provisional Tolerable Weekly Intake*/Asupan yang ditoleransi untuk seminggu) sebesar 0.025 mg/kg untuk logam Pb. Penentuan batas aman konsumsi bertujuan untuk mengetahui batas konsumsi kerang darah yang telah tercemar logam berat Pb sehingga tidak membahayakan kesehatan dengan mengacu pada baku mutu yang telah ditetapkan. Batas aman konsumsi kerang darah dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Batas aman konsumsi kerang darah per minggu di Perairan Pantai Labuhan Tereng Kabupaten Lombok Barat

Penentuan batas aman konsumsi bertujuan untuk mengetahui batas konsumsi kerang darah yang telah tercemar logam berat Pb sehingga tidak membahayakan kesehatan dengan mengacu pada baku mutu yang telah ditetapkan. Berdasarkan hasil penelitian, batas aman pada masing-masing jenis kerang darah berbeda-beda. Batas aman konsumsi A. cornea dalam waktu satu minggu yaitu berkisar antara 6.7-43.1 gr/kg BB/minggu, A. antiquata berkisar antara 1.91-43.86 gr/kg

BB/minggu, sedangkan *A. granosa* berkisar antara 2.65-22.22 gr/kg BB/minggu (*Gambar 5*).

Nilai batas aman konsumsi untuk setiap orang berbeda tergantung berat badan dan kondisi tubuh setiap orang. Jika diasumsikan berat badan seseorang adalah 50 kg maka kelayakan konsumsi kerang darah untuk spesies *A. cornea* tidak boleh lebih dari 335-2155 gr/minggu, *A. antiquata* tidak boleh lebih dari 95.5-2193 gr/minggu, dan *A. granosa* tidak boleh lebih dari 132.5-1111 gr/minggu.

Penetapan tingkat kelayakan konsumsi pada kerang darah ini bertujuan untuk meminimalkan dampak negatif yang diperoleh dari kerang darah yang sudah tercemar logam berat Pb pada manusia yang ingin mengkonsumsinya. Selain dengan mengatur pola konsumsi kerang darah, cara mengolah kerang darah sebelum dikonsumsi juga sangat penting. Berdasarkan hasil penelitian Nisma dkk (2012) Perendaman daging kerang hijau dalam perasan air jeruk nipis sangat efektif menurunkan kadar logam berat Pb dalam daging kerang. Sedangkan berdasarkan penelitian Sari dkk (2014) perebusan kerang darah dengan menggunakan larutan jeruk nipis dapat menurunkan kadar logam berat Pb sebesar 59.33%, sedangkan pada perebusan selama 30 menit dapat menurunkan kadar Pb hingga 60.67%, dan pada perebusan hingga 45 menit dapat menurunkan kadar Pb hingga 63.33%.

KESIMPULAN

Logam berat Pb pada sedimen tertinggi terdapat pada LPS-I (30.66 mg/kg), namun kisaran kadar Pb pada sedimen di LPS-III masih berada pada level target menurut IADC/CEDA, 1997. Kandungan logam berat Pb tertinggi terdapat pada spesies *A. antiquata* (13.075 mg/kg) di LPS-III dan dari 16 sampel kerang darah 56.25% sudah melampaui nilai ambang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan menurut SNI (2009). Batas aman konsumsi kerang darah spesies *A. cornea* yaitu 335-2155 gr/minggu, *A. antiquata* yaitu 95.5-2193 gr/minggu, dan *A. granosa* yaitu 132.5-1111 gr/minggu.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, B., Evy, A., Mikel, A.S. 2011. Distribusi Spasial Logam Pb Dan Cu Pada Sedimen Dan Air Laut Permukaan Di Perairan Tanjung Buton Kabupaten Siak Provinsi Riau. *Teknobiologi*, II: 1-8.
- Amriani, Boedi, H., Agus H. Bioakumulasi Logam Berat (Pb) dan Seng (Zn) Pada Kerang Darah (*Anadara granosa* L.) dan Kerang Bakau (*Polymesoda begalensis* L.) Di Perairan teluk Kendari. *Ilmu Lingkungan* 9: 45-50.
- Aunurohim, G. Radenac, D. Fichet., 2006. Konsentrasi Logam Berat pada Makrofauna Bentik di Kepulauan Kangean Madura. *Berkala Penelitian Hayati*. 12 (1): 79-85.
- Connell DW & GJ Miller. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Penerjemah; Yanti Koestoer*;

- pendamping, Sahati. UI-Press. Jakarta.
- IADC/CEDA. 1997. *Convention, codes, and conditions: Marine disposal. Environmental aspects of dredging 2a*. hal 71.
- Kadang, L. 2005. Analisis Status Pencemaran Logam Berat Pb, Cd Dan Cu Di Perairan Teluk Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Thesis S2*. Institut Pertanian Bogor.
- Lubis, H. dan Chalkuddin, A. 2008. Pemeriksaan Kandungan Logam Merkuri, dan Kadmium dalam Daging Rajungan Segar yang Berasal dari TPI Gabion Belawan Secara Spektrofotometri serapan Atom. *Kedokteran Nusantara* 41: 39-47.
- Manahan, S.E. 2000. *Environmental Chemistry (Seventh Edition)*. Boca Raton: CRC Press LLC.
- Nisma, F., Almawati, S., dan Halifah, W.A. 2012. Efektifitas Air Perasan Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* Cristm. & Panzer Swingle) Terhadap Penurunan Kadar Logam Timbal (Pb), Cadmium (Cd), dan Tembaga (Cu) pada Daging Kerang Hijau (*Perna viridis* L). *FarmaSains Vol 1 No5* :209-215.
- Nurjannah, Hartanti, R.R., Nitibaskara. 1999. Analisa Kandungan Logam Berat Hg, Cd, Pb, As dan Cu Dalam Tubuh Kerang Konsumsi. *Buletin THP* 1: 5-8.
- Payung, F.L., Ruslan, Agus, B.B. 2013. Studi Kandungan Dan Distribusi Spasial Logam Berat e (Pb) Pada Sedimen Dan Kerang (*Anadara* sp) Di Wilayah Pesisir Kota Makasar. *Fakultas Kesehatan Masyarakat UNHAS*: 1-10.
- Rudiyanti, S. 2009. Biokonsentrasi Kerang Darah (*Anadara granosa* linn) Terhadap Logam Berat Cadmium (Cd) Yang Terkandung Dalam Media Pemeliharaan Yang Berasal Dari Perairan Kaliwungu. Seminar Nasional. Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Di seminarkan di semarang 22 Februari tahun 2009 pada seminar Expo.
- Sari, K.A., Putut, H.R., dan Apri, D.A. 2014. Pengaruh Lama Perebusan Dan Konsentrasi Larutan Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia*) Terhadap Kadar Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Pada Kerang Darah (*Anadara Granosa*). *Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan Vol 3, No 2*: 1-10.
- Siaka, I.M. 2008. Korelasi Antara Kedalaman Sedimen Pelabuhan Benoa Dan Konsentrasi Logam Berat Pb Dan Cu. *Kimia* 2: 61-70.
- Siregar, Y.I. 2009. Bioakumulasi Kadmium Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) Dengan Aplikasi Perunut Radioaktif. *Biologi Indonesia* 6(1): 39-50.
- SNI 7387: 2009. *Batas Maksimum Cemaran Logam Dalam Pangan*. Badan Standar Nasional. ICS 67.220.20.
- Tampubolon, H.s., Darma, B., Indra, L. 2013. Studi Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) Dan (Pb) Di Perairan Danau Toba, Provinsi Sumatera Utara. Universitas Sumatera Utara.
- Umbara, H. dan Heni, S. Faktor Bioakumulasi 210Pb Oleh Kerang Darah (*Anadara Granosa*). Hasil Penelitian dan Kegiatan PLTR: 62-70.
- Wahab, A dan Mutmainnah. 2005. Analisis Kandungan Logam Berat Dan Seng Di Sekitar Perairan Pelabuhan Pare-Pare Dengan Metode Adisi Standar. *Marina Chimica Acta* 6: 21-24.